

presentación



Con sumo agrado presentamos una nueva edición de nuestro ya tradicional Catálogo Técnico.

Este nuevo Catálogo totalmente revisado y ampliado ha sido preparado especialmente para profesionales de proyectos e instaladores en general.

En él, Usted encontrará importantes informaciones tales como: **selección del conductor eléctrico correcto, condiciones de utilización, descripción técnica detallada, cálculos, tablas y fórmulas para el dimensionamiento de los conductores eléctricos en instalaciones domiciliarias, comerciales, industriales y de uso general**, conforme a las normas técnicas oficiales en vigencia.

Este catálogo utilizado en forma permanente como guía de consulta, le garantiza autonomía y seguridad en todo sus proyectos.

Ponemos además a su entera disposición nuestro Departamento Técnico y de Ingeniería de aplicación para aclarar cualquier duda que pudiera presentarse sobre la mejor utilización de nuestros productos.

Deseamos que este Catálogo pueda convertirse muy pronto en su herramienta preferida de trabajo.

Úselo siempre.

contenido

Método para determinar la sección de conductores 1- Parámetros. 2-Criterios. 3- Capacidad de Conducción de Corriente	3
Tabla N° 1 Tipo de Instalaciones.....	6
Tabla N° 2 Capacidad de conducción de corriente para instalaciones A, B, C, D. Aislación de PVC	7
Tabla N° 3 Capacidad de conducción de corriente para instalaciones A, B, C, D. Aislación de XLPE	8
Tabla N° 4 Capacidad de conducción de corriente para instalaciones E, F, G. Aislación de PVC	9
Tabla N° 5 Capacidad de conducción de corriente para instalaciones E, F, G. Aislación de XLPE.....	10
Tabla N° 6 Factores de corrección para temperatura ambiente.....	11
Tabla N° 7 Factores de corrección para conductores agrupados en un mismo plano y en camada única.....	12
Tabla N° 8 Factores de corrección para cables agrupados en mas de una camada	13
Tabla N° 9 Factores de corrección para agrupamiento de más de un circuito - cables directamente enterrados	14
Tabla N° 10 Factores de corrección para agrupamiento de más de un circuito - cables en electroductos enterrados	15
Tabla N° 11 Factores de corrección para la resistividad térmica del suelo.....	16
Tabla N° 12 Valores de resistividad térmica del suelo de acuerdo al estado del suelo y a las condiciones atmosféricas.....	16
4- Caída de Tensión.....	16
Tabla N° 13 Caída de tensión, Cables Multifilares, Alambres y Cables PVC y Cables Inpaplomo, en V/A km.....	17
Tabla N° 14 Caída de tensión, Cables Inpavinil e Inpavinil Flex, en V/A km	18
Tabla N° 15 Caída de tensión, Cables Inpavinil XLPE, en V/A km	19
Tabla N° 16 Valores de ángulo de fase φ , $\cos \varphi$, y $\sen \varphi$	22
Tabla N° 17 Valores del factor $(1 + \alpha \Delta t)$ para corrección de la resistencia	23
Tabla N° 18 Resistencias y reactancias inductivas, Cables Inpavinil – Unipolares	24
Tabla N° 19 Resistencias y reactancias inductivas, Cables Inpavinil – Multipolares	25
Tabla N° 20 Resistencias y reactancias inductivas, Cables Inpavinil XLPE	26
5- Sección mínima de conductores	27
Tabla N° 21 Sección mínima del conductor neutro en circuitos trifásicos equilibrados	27
Tabla N° 22 F_a = Factor para determinar la corriente de neutro	27
6- Corrientes máximas de cortocircuito	28
Corrientes maximas de cortocircuito en el conductor - Cables Inpavinil e Inpavinil Flex	29
Corrientes maximas de cortocircuito en el conductor - Cables Inpavinil XLPE	30
7- Radio mínimo de curvatura.....	31
Tabla N° 23 Radios mínimos de curvatura, cables sin protección metálica – Instalaciones fijas	31
8- Fuerza de tracción para la instalación de los cables	31
Tabla N° 24 Formulario para cálculo de circuito eléctricos	32
Tabla N° 25 Escala AWG y su equivalencia en el sistema métrico	33
Tabla N° 26 Cables de cobre en la Escala AWG.....	34
Tabla N° 27 Cantidad máxima de conductores que pueden ser instalados en un mismo electroducto, en circuitos de señalización y control. Aislación en PVC, sin vaina, para 750 Volts.....	35
Tabla N° 28 Cantidad máxima de conductores que pueden ser instalados en un mismo electroducto, en circuitos de energía. Aislación en PVC, sin vaina, para 750 Volts.....	36
Tabla N° 29 Conversión de unidades.....	37

Método para determinar la sección de conductores (baja tensión)

1- PARAMETROS

Para la correcta definición de la sección de los conductores, es necesario conocer:

- Tensión nominal (VOLTS)
- Potencia nominal (WATTS)
- Intensidad de corriente a transportar (AMPERES)
- Factor de potencia – $\cos \varphi$
- Caída de tensión admisible (%)
- Largo del circuito (metros)
- Tipo de instalación
- Temperatura ambiente (°C)
- Características de cortocircuito

2- CRITERIOS

Son dos los criterios básicos para determinar la sección de un conductor:

- a) Capacidad máxima de conducción de corriente.
- b) Máxima caída de tensión admisible. Este criterio es de gran importancia en los circuitos de baja tensión relativamente largos, donde la caída de tensión pueda ser significativa.

El criterio que prevalece es el que determina el conductor de mayor sección.

3- CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE

3.1. Introducción

Las especificaciones contenidas en este catálogo garantizan una prolongada vida útil a los conductores, sus aislaciones y vaina (si la posee), sometidas a los efectos térmicos producidos por la circulación de la corriente de valores iguales a las capacidades de conducción de corrientes respectivas, durante largos períodos en servicio normal. Varios factores de seguridad intervienen en la determinación de la sección de los conductores, como la protección contra choques eléctricos, la protección contra efectos térmicos, la protección contra sobrecorrientes, la caída de tensión, así también como las temperaturas límites en los bornes de los equipos a los cuales los conductores son conectados.

3.2. Temperatura ambiente

El valor de la temperatura ambiente a utilizar es la del medio circundante, cuando el cable o conductor considerado no está energizado.

Los valores de la capacidad de conducción de corriente presentadas en las tablas 2 a 5, fueron calculados tomando como temperaturas ambiente de referencia las siguientes temperaturas:

- a) Para cables enterrados directamente en el suelo o en electroductos enterrados: 20°C.
- b) Para los otros tipos de instalaciones: 30°C.

Cuando sean utilizadas las tablas de este catálogo y la temperatura ambiente en el local en donde deberán ser instalados los cables, difieren de las temperaturas de referencia, los factores de corrección de la tabla N° 6 deben ser aplicados a los valores de la capacidad de conducción de corriente de las tablas 2 a 5.

Los factores de corrección de la tabla n° 6 no consideran el aumento de temperatura debido a la radiación solar u otras radiaciones. Cuando los cables o conductores son sometidos a las mismas, las capacidades de conducción de corriente son diferentes a las especificadas en el presente catálogo y deberán ser calculados por métodos especificados en la IEC 287.

3.3 Agrupamiento de circuitos:

3.3.1 Tipo de instalaciones A1, A2, B1, B2, y C de la tabla n° 1.

Las capacidades de conducción de corriente indicadas en la tabla n° 2 y 3 son para circuitos simples constituidos por el siguiente número de conductores:

- a) Dos conductores aislados, dos cables unipolares o un cable bipolar
- b) Tres conductores aislados, tres cables unipolares o un cable tripolar.

Cuando son instalados en un mismo grupo, un número mayor de conductores o de cables, deberán ser aplicados los factores de corrección especificados en la tabla 7.

Nota: Los factores de corrección fueron calculados admitiéndose que todos los conductores vivos se encuentran per-

manentemente energizados con el 100% de su carga. En el caso de que los valores sean inferiores al 100%, los factores de corrección podrán ser aumentados de acuerdo a las condiciones de funcionamiento de la instalación.

3.3.2 Tipo de instalación D de la tabla N° 1 Instalaciones enterradas

Las capacidades de conducción de corriente para cables enterrados aparecen en las tablas 2 y 3, método de instalación D. Esos valores son para circuitos simples. Cuando son instalados en un mismo grupo, un número mayor de cables deben aplicarse los factores de corrección especificados en las tablas 9 y 10.

Los valores de capacidad de conducción de corriente para cables enterrados corresponden a una resistividad térmica del suelo igual a 2,5 K.m/W. El valor 2,5 K.m/W es el recomendado por la IEC cuando el tipo de suelo y la localización geográfica no son especificados. Cuando la resistividad térmica del suelo difiere de este valor, se debe aplicar el factor de corrección que aparece en la tabla 11. En la tabla 12 aparecen los valores de resistividad térmica del suelo de acuerdo al estado del suelo y a las condiciones atmosféricas.

Nota: Los factores de corrección fueron calculados admitiéndose que todos los conductores vivos se encuentran permanentemente energizados con el 100% de su carga. En el caso de que los valores sean inferiores al 100%, los factores de corrección podrán ser aumentados de acuerdo a las condiciones de funcionamiento de la instalación.

3.3.3 Tipo de Instalaciones E y F Instalaciones en bandejas perforadas, escaleras o soportes

Para cables instalados en bandejas, escaleras o soportes (ganchos), las capacidades de conducción de corriente para circuitos simples y para agrupamiento de circuitos deberán ser determinados multiplicando los valores dados para la disposición correspondiente al aire libre, como está indicada en las tablas 4 y 5, por los factores de corrección indicados en las tablas 7 y 8.

3.3.4 Tipo de instalación G Conductores desnudos o aislados sobre aisladores

Para cables instalados sobre aisladores las capacidades de conducción de corriente están indicadas en la columnas 6 o 7 de las tablas 4 y 5.

Notas: (común a los ítems 3.3.1 a 3.3.3)

- Los factores de reducción para el agrupamiento de circuitos son valores promedios calculados para las dimensiones de los conductores, los tipos de cable y las condiciones de instalación considerada. Se debe tener en cuenta las notas que aparecen en cada tabla. En algunos casos puede ser conveniente realizar un cálculo más preciso.
- Los factores de reducción fueron calculados admitiéndose un agrupamiento de cables similares igualmente cargados. Cuando un grupo contiene cables de dimensiones diferentes, deben tomarse las precauciones relacionadas con la carga de los cables de menor sección (ver 3.7).

3.4 Cantidad de conductores cargados

La cantidad de conductores a ser considerada en un circuito es la cantidad de los conductores efectivamente recorridos por la corriente eléctrica. Así tenemos:

- Circuito trifásico sin neutro = 3 conductores cargados
- Circuito trifásico con neutro = 4 conductores cargados
- Circuito monofásico a 2 conductores = 2 conductor cargados
- Circuito monofásico a 3 conductores = 3 conductores cargados
- Circuito bifásico a 2 conductores = 2 conductores cargados
- Circuito bifásico a 3 conductores = 3 conductores cargados

Notas:

- Cuando en un circuito trifásico con neutro las corrientes son consideradas equilibradas, el conductor neutro no debe ser computado, por lo tanto se considerarán 3 conductores cargados.
- Cuando está prevista la circulación de corrientes armónicas en el conductor neutro de un circuito trifásico, este conductor siempre debe ser computado. Vale decir que en esta situación existen 4 conductores cargados.
- Como en las tablas del 2 al 5 presentan valores para 2 y 3 conductores cargados y no para 4 conductores cargados. Por eso para obtener el valor para 4 conduc-

tores cargados se debe multiplicar por 0,86 el valor de la columna para 3 conductores cargados.

3.5 Conductores en paralelo

Cuando varios conductores son conectados en paralelo en la misma fase o en la misma polaridad, deben tomarse medidas para garantizar que la corriente eléctrica se divida igualmente entre ellos.

Los conductores en paralelo deben ser del mismo tipo, tener la misma sección nominal, aproximadamente la misma longitud y no presentar derivación a lo largo del trayecto.

Cada grupo de conductores de diferentes fases y su respectivo neutro, si existiere, debe ser considerado como un circuito, a los efectos de elegir correctamente el factor de corrección adecuado para el agrupamiento.

3.6 Variación de las condiciones de instalación en un trayecto

Cuando los conductores y cables son instalados en un trayecto a lo largo del cual las condiciones de disipación de calor varían, las capacidades de conducción de corriente deben determinarse para la parte del trayecto que presenta las condiciones más desfavorables.

3.7 Grupo conteniendo cables de dimensiones diferentes

3.7.1 Los factores de corrección que aparecen en las tablas son aplicables para grupo de cables similares, igualmente cargados. Son considerados cables similares aquellos cuyas capacidades de conducción se basan en la misma temperatura máxima para servicio permanente y cuyas secciones nominales están dentro del intervalo de 3 secciones padro-

nizadas sucesivas.

3.7.2. El cálculo de los factores de corrección para grupos conteniendo conductores aislados o cables unipolares o multipolares de diferentes secciones nominales depende de la cantidad de conductores o cables y del rango de las secciones, por eso resulta difícil hacer una tabla de factores para estos porque deben ser calculados caso por caso.

3.7.3. En el caso de conductores aislados, cables unipolares o cables multipolares de dimensiones diferentes en electroductos o en bandejas, estantes o soportes, en que no sea viable un cálculo mas específico, se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$F = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

Donde:

F es el factor de corrección y **n** es el número de circuitos o de cables multipolares.

Nota: La fórmula presentada esta a favor de la seguridad y reduce los peligros de sobrecarga sobre los cables de menor sección nominal, pudiendo resultar en el sobredimensionamiento de los cables de secciones mas elevadas.

3.8 Otros tipos de instalaciones

Para tipo de instalaciones diferentes a las presentadas en este catálogo, sugerimos consultar a nuestro Departamento Técnico, el cual proveerá con mucha satisfacción, los factores de corrección adecuados a cada caso en particular.

**TABLA N° 1:
TIPO DE INSTALACIONES**

A1	1. Conductores aislados o cables unipolares en electroducto embutido en pared térmicamente aislante.
	2. Conductores aislados o cables unipolares en moldura.
A2	1. Cable multipolar en electroducto embutido en pared térmicamente aislante.
	2. Cable multipolar embutido directamente en pared térmicamente aislante.
B1	1. Conductores aislados o cables unipolares en electroducto aparente por la pared o distanciado de la misma
	2. Conductores aislados o cables unipolares en electroducto embutido en pared de ladrillo.
B2	1. Cable multipolar en electroducto aparente sobre la pared o distanciado de la misma
	2. Cable multipolar en electroducto embutido en pared de ladrillo.
C	1. Cables unipolares o cable multipolar embutido (s) (directamente) en pared de ladrillos.
	2. Cables unipolares o cable multipolar directamente fijados en la pared o en el techo o distanciado de la pared o techo.
	3. Cables unipolares o cable multipolar en bandeja no perforada o estantes.
D	1. Cables unipolares o cable multipolar en electroducto enterrado o en canaleta no ventilada en el suelo
	2. Cables unipolares o cable multipolar directamente enterrado
E	1. Cable multipolar sobre soportes horizontales
	2. Cable multipolar en bandejas perforadas, horizontal o vertical
	3. Cable multipolar en escaleras para cables
	4. Cable multipolar distanciado de la pared
	5. Cable multipolar sostenido por soporte para cables
F	1. Cables unipolares sobre soportes horizontales
	2. Cables unipolares en bandejas perforadas, horizontal o vertical
	3. Cables unipolares en escaleras para cables
	4. Cables unipolares distanciadados de la pared
	5. Cables unipolares sostenido por soporte para cables
G	1. Conductores desnudos o aislados sobre aisladores

Nota:

Conductores aislados: Alambres PVC, Cables PVC y Cables Multifilares

Cables unipolares: Cables Inpavinil, Inpavinil Flex e Inpavinil XLPE. (1 conductor)

Cables multipolares: Cables Inaplomo y Cables Inpavinil, Inpavinil Flex e Inpavinil XLPE (2, 3 y 4 conductores)

TABLA N° 2: CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE, EN AMPERES, PARA LOS TIPOS DE INSTALACIONES A, B, C y D, DE LA TABLA N° 1. CABLES CON AISLACION DE PVC

- Conductores y cables de cobre con aislación de PVC
- 2 y 3 conductores cargados
- Temperatura en el conductor: 70°C
- Temperatura ambiente del aire: 30°C (aire)
- Temperatura ambiente del suelo: 20°C (para líneas subterráneas)

Sección Nominal mm ²	A1		A2		B1		B2		C		D	
	2 conductores cargados	3 conductores cargados	2 conductores cargados	3 conductores cargados	2 conductores cargados	3 conductores cargados	2 conductores cargados	3 conductores cargados	2 conductores cargados	3 conductores cargados	2 conductores cargados	3 conductores cargados
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2	17	15,5	17	15,5	21	18	21	18	23	20,5	26	21
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336

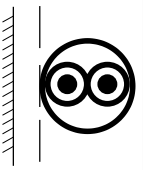
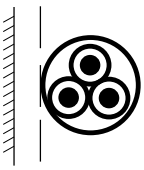
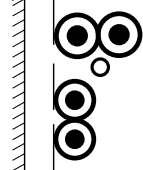
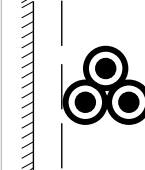
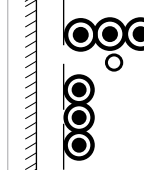
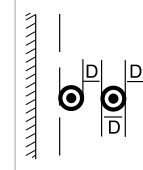
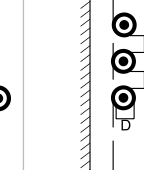
TABLA N° 3: CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE, EN AMPERES, PARA LOS TIPOS DE INSTALACIONES A, B, C y D, DE LA TABLA N° 1. CABLES CON AISLACION DE XLPE

- Conductores y cables de cobre con aislación de XLPE
- 2 y 3 conductores cargados
- Temperatura en el conductor: 90°C
- Temperatura ambiente del aire: 30°C (aire)
- Temperatura ambiente del suelo: 20°C (para líneas subterráneas)

Sección Nominal mm ²	A1		A2		B1		B2		C		D	
	2 conductores cargados	3 conductores cargados	2 conductores cargados	3 conductores cargados	2 conductores cargados	3 conductores cargados	2 conductores cargados	3 conductores cargados	2 conductores cargados	3 conductores cargados	2 conductores cargados	3 conductores cargados
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2	23	20	21,5	19,5	27	24	26	23	29	26	30	26
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351
300	486	435	442	396	628	553	529	465	693	576	474	396

TABLA N° 4:
CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE, EN AMPERES, PARA LOS TIPOS
DE INSTALACIONES E, F y G, DE LA TABLA N° 1. CABLES CON AISLACION DE PVC.

- Conductores y cables de cobre con aislación de PVC
- Temperatura en el conductor: 70°C
- Temperatura ambiente: 30°C

Sección nominal mm ²	TIPO DE INSTALACION						
	E	E	F	F	F	G	G
							
	1	2	3	4	5	6	7
0,5	11	9	11	8	9	12	10
0,75	14	12	14	11	11	16	13
1	17	14	17	13	14	19	16
1,5	22	18,5	22	17	18	24	21
2	25	21,5	26	20	22	29	25
2,5	30	25	31	24	25	34	29
4	40	34	41	33	34	45	39
6	51	43	53	43	45	59	51
10	70	60	73	60	63	81	71
16	94	80	99	82	85	110	97
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	629	561	587	709	659

Nota:
D = diámetro del cable, en mm

TABLA N° 5:
CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE, EN AMPERES, PARA LOS TIPOS
DE INSTALACIONES E, F y G, DE LA TABLA N° 1. CABLES CON AISLACION DE XLPE.

- Conductores y cables de cobre con aislación de XLPE
- Temperatura en el conductor: 90°C
- Temperatura ambiente: 30°C

Sección nominal mm ²	TIPO DE INSTALACION						
	E	E	F	F	F	G	G
	1	2	3	4	5	6	7
0,5	13	12	13	10	10	15	12
0,75	17	15	17	13	14	19	16
1	21	18	21	16	17	23	19
1,5	26	23	27	21	22	30	25
2	31	28	32	25	26	36	30
2,5	36	32	37	29	30	41	35
4	49	42	50	40	42	56	48
6	63	54	65	53	55	73	63
10	86	75	90	74	77	101	88
16	115	100	121	101	105	137	120
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833

Nota:

D = diámetro del cable, en mm

TABLA N° 6:
FACTORES DE CORRECCION PARA TEMPERATURA AMBIENTE DIFERENTES
DE 30°C PARA LINEAS NO SUBTERRANEAS Y 20°C (TEMPERATURA DEL SUELO)
PARA LINEAS SUBTERRANEAS

TEMPERATURA AMBIENTE DEL AIRE (°C)	AISLACION	
	PVC	XLPE
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
30	1,00	1,00
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

TEMPERATURA DEL SUELO (°C)	AISLACION	
	PVC	XLPE
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

TABLA N° 7:
FACTORES DE CORRECCION PARA CONDUCTORES AGRUPADOS
EN UN MISMO PLANO, Y EN CAMADA UNICA.

Número de circuitos o de cables multipolares														
Item	Disposición de los cables	1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥ 20	Tablas de los tipos de instalaciones
1	En haz: al aire libre o sobre superficie; embutidos; en ducto cerrado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	2 a 5 (tipos A a F)
2	Camada única sobre pared, piso o en bandejas no perforada o estantes	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				2 y 3 (tipo C)
3	Camada única en el techo	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única en bandeja perforada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				4 y 5 (tipos E y F)
5	Camada única sobre soportes.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

NOTAS:

- Estos factores son aplicables a los grupos homogéneos de cables, uniformemente cargados.
- Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro externo, no es necesario aplicar ningún factor de reducción.
- Los mismos factores de corrección son aplicables a:
 - grupo de 2 o 3 conductores aislados o cables unipolares.
 - cables multipolares.
- Si un sistema está constituido, al mismo tiempo, de cables bipolares y tripolares, se debe considerar el número total de cables como siendo el número total de circuitos y el factor de corrección correspondiente es aplicado a las tablas de 2 conductores cargados para cables bipolares y las tablas de 3 conductores cargados para los cables tripolares.
- Un agrupamiento constituido de N conductores aislados o N cables unipolares, podrá ser considerado compuesto por N/2 circuitos con 2 conductores cargados o N/3 circuitos con 3 conductores cargados.
- Los valores indicados son valores promedios para el rango usual de secciones nominales, con una dispersión generalmente inferior a 5%.

TABLA N° 8:
FACTORES DE CORRECCION PARA CABLES AGRUPADOS EN MAS DE UNA
CAMADA - TIPO DE INSTALACIONES C (TABLAS 2 y 3), E y F (TABLAS 4 y 5).

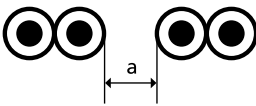
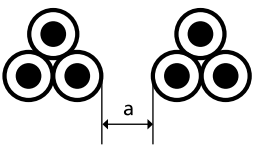
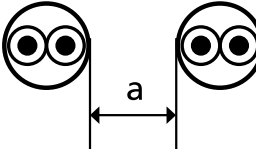
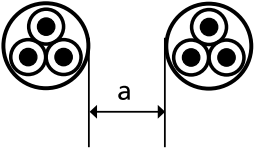
		Número de circuitos trifásicos o de cables multipolares por camada				
		2	3	4 o 5	6 a 8	≥ 9
Número de camadas	2	0,68	0,62	0,60	0,58	0,56
	3	0,62	0,57	0,55	0,53	0,51
	4 o 5	0,60	0,55	0,52	0,51	0,49
	6 a 8	0,58	0,53	0,51	0,49	0,48
	≥ 9	0,56	0,51	0,49	0,48	0,46

NOTAS:

1. Los factores son válidos independientemente de la disposición de la camada, sea horizontal o vertical.
2. Sobre conductores agrupados en una única camada, ver la tabla N° 7 (item 2 a 5)
3. Si fuesen necesarios valores mas precisos, se debe recurrir a la IEC 287.

TABLA N° 9:
FACTORES DE CORRECCION. AGRUPAMIENTO DE MAS DE UN CIRCUITO
CABLES UNIPOLARES O CABLES MULTIPOLARES DIRECTAMENTE ENTERRADOS

Número de circuitos	Distancia entre cables ¹ (a)				
	NULA	1 diam. del cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

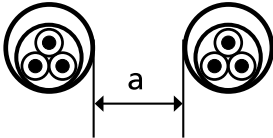
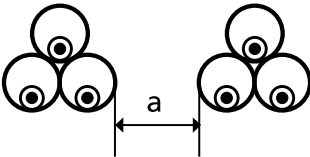
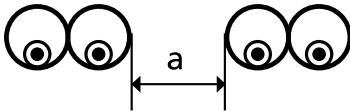
Cables unipolares ¹	Cables multipolares ¹
	
	

NOTA:

- A. Los valores indicados son aplicables para una profundidad de 0,7 m y una resistividad térmica del suelo de 2,5 K.m/W.
 B. Son valores promedios para las dimensiones de cables que constan en las tablas 2 y 3.
 C. Los valores promedios redondeados podrían presentar un error de $\pm 10\%$ en ciertos casos.
 Para valores mas precisos se debe calcular por métodos especificados en la IEC 287.

TABLA N° 10:
FACTORES DE CORRECCION PARA AGRUPAMIENTO DE MAS DE
UN CIRCUITO - CABLES EN ELECTRODUCTOS ENTERRADOS.

Cables multipolares en electroductos – 1 cable por electroducto				
Número de circuitos	Distancia entre electroductos ¹ (a)			
	Nulo	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,80
Cables unipolares en electroductos – 1 cable por electroducto				
Número de circuitos	Distancia entre electroductos ¹ (a)			
	Nulo	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90

Cables multipolares ¹	Cables unipolares ¹	
		

Nota:

- A. Los valores indicados son aplicables para una profundidad de 0,7 m y una resistividad térmica del suelo de 2,5 K.m/W.
- B. Son valores promedios para las dimensiones de cables que constan en las tablas 2 y 3.
- C. Los valores promedios redondeados podrían presentar un error de $\pm 10\%$ en ciertos casos. Para valores más precisos se debe calcular por métodos especificados en la IEC 287.

**TABLA N° 11:
FACTORES DE CORRECCION PARA LA RESISTIVIDAD TERMICA DEL SUELO**

RESISTIVIDAD TERMICA DEL SUELO (K.m/watt)	1	1,5	2	2,5	3
FACTOR	1,18	1,10	1,05	1,00	0,96

NOTAS

- A. Los factores de corrección son valores promedios para las secciones nominales incluidas en las tablas 2 y 3, con una dispersión generalmente inferior a 5%.
- B. Los factores de corrección son aplicables a cables en electroductos enterrados a una profundidad de hasta 0,8 m.
- C. Los factores de corrección para cables directamente enterrados son mas elevados para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K.m/W y podrán ser calculados por métodos especificados en la IEC 287.

**TABLA N° 12:
VALORES DE RESISTIVIDAD TERMICA DEL SUELO DE ACUERDO AL ESTADO DEL SUELO Y A LAS CONDICIONES ATMOSFERICAS**

Resistividad térmica (K.m/W)	Estado del suelo	Condiciones atmosféricas
0,7	Muy humedo	Constantemente humedo
1,0	Humedo	Pluviosidad regular
2,0	Seco	Lluvias poco frecuentes
3,0	Muy seco	Poca o ninguna lluvia

4. CAIDA DE TENSION

4.1 CONSIDERACIONES

La caída de tensión máxima permisible entre la tensión medida en los bornes de salida del medidor y la tensión medida en los bornes de la utilización más lejana, de acuerdo al Reglamento de la ANDE (Norma Paraguaya 2 028 96) es la siguiente:

- Para iluminación en general, hasta 4%.
- Para fuerza motriz y/o calefacción, hasta 5%.

Las tablas 15 a 17 nos dan valores de caída de tensión en VOLTS POR AMPERES POR KILOMETRO, considerando las condiciones más usuales en sistemas monofásicos y trifásicos.

4.2 UTILIZACION DE TABLAS

Para la correcta utilización de las tablas de caída de tensión, se debe seguir los siguientes pasos:

- Se determina la máxima caída de tensión en la instalación, en VOLTS.
- Se efectúa el producto AMPERES x km.
- Se divide la caída de tensión por AMPERES x km.
- Se busca en la tabla correspondiente al tipo de cable, tipo de sistema (circuito monofásico o trifásico), tipo de instalación y el factor de potencia, el valor igual o inmediatamente inferior al obtenido en (3), encontrándose de esta forma la sección deseada.

TABLA N° 13:
CAIDA DE TENSION EN CABLES MULTIFILARES, ALAMBRES PVC,
CABLES PVC Y CABLES INPAPLOMO, EN V/A.km

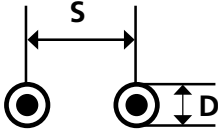
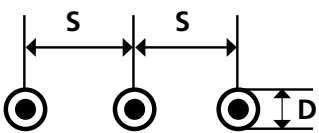

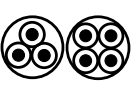
Sección Nominal mm ²	Electroducto ¹ (material magnético)		Electroducto ¹ (material no magnético)				Instalaciones al aire libre			
	Alambres y Cables PVC Cables Multifilares		Alambres y Cables PVC Cables Multifilares				Cables Inpaplomo			
	Circuito monofásico y trifásico		Circuito monofásico		Circuito trifásico		Circuito monofásico		Circuito trifásico	
	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95
1	37,2	44,1	37,5	44,4	32,4	38,4	37,5	44,4	32,4	38,4
1,5	25,3	30,1	25,6	30,3	22,2	26,2	25,6	30,3	22,2	26,2
2	18,8	22,3	19,1	22,5	16,5	19,5	19,1	22,5	16,5	19,5
2,5	15,1	18,1	15,4	18,2	13,3	15,7	15,4	18,2	13,3	15,7
4	9,1	10,6	9,1	10,7	7,9	9,3	9,1	10,7	7,9	9,3
6	6,2	7,4	6,4	7,5	5,6	6,5	6,4	7,5	5,6	6,5
10	3,6	4,4	3,7	4,4	3,3	3,8				
16	2,4	2,8	2,4	2,8	2,1	2,4				
25	1,6	1,84	1,61	1,83	1,40	1,59				
35	1,17	1,31	1,17	1,31	1,03	1,14				
50	0,85	0,94	0,84	0,93	0,74	0,81				
70	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59				
95	0,51	0,53	0,49	0,52	0,44	0,46				
120	0,42	0,43	0,40	0,42	0,36	0,37				
150	0,35	0,34	0,33	0,33	0,30	0,29				
185	0,30	0,28	0,28	0,27	0,26	0,24				
240	0,27	0,23	0,24	0,22	0,22	0,20				
300	0,26	0,22	0,22	0,20	0,20	0,17				

NOTAS:

1. El área de los cables no podrá sobrepasar el 40% del área interna del electroducto adoptado.
2. Temperatura del conductor = 70°C

TABLA 14:
CAIDA DE TENSION EN CABLES INPAVINIL E INPAVINIL FLEX, EN V/A.km

INTALACIONES AL AIRE LIBRE³

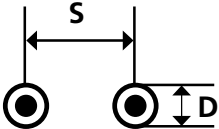
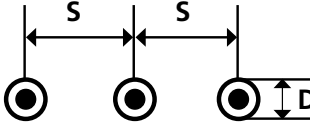
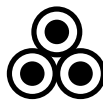

SECCION NOMINAL mm ²	CABLES UNIPOLARES ⁴													CABLE UNI/ BIPOLAR		CABLE TRI / TETRAPOLAR		
	CIRCUITO MONOFASICO						CIRCUITO TRIFASICO						CIRCUITO MONOFASICO		CIRCUITO TRIFASICO			
																		
	S=2D		S = 10 cm		S = 20cm		S = 2 D		S = 10 cm		S = 20cm		(2)		(2)			
FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	
1	34,9	41,3	35,1	41,4	35,1	41,4	30,2	35,7	30,4	35,8	30,4	35,8	30,2	35,7	34,8	41,2	30,7	36,4
1,5	23,4	27,6	23,6	27,7	23,6	27,7	20,3	23,9	20,4	24,0	20,5	24,0	20,2	23,9	23,3	27,6	20,6	24,4
2	17,7	20,9	17,9	21,0	17,9	21,0	15,3	18,1	15,5	18,2	15,5	18,2	15,3	18,0	17,6	20,8	15,5	18,4
2,5	14,4	17,0	14,6	17,0	14,6	17,1	12,5	14,7	12,6	14,8	12,7	14,8	12,4	14,7	14,3	16,9	12,6	14,9
4	9,0	10,6	9,2	10,7	9,2	10,7	7,8	9,2	8,0	9,2	8,0	9,3	7,8	9,1	8,9	10,5	7,9	9,3
6	6,1	7,1	6,2	7,2	6,3	7,2	5,3	6,2	5,4	6,2	5,5	6,2	5,2	6,1	6,0	7,1	5,3	6,2
10	3,7	4,3	3,8	4,3	3,9	4,4	3,2	3,7	3,3	3,8	3,4	3,8	3,1	3,7	3,6	4,2	3,2	3,7
16	2,4	2,7	2,5	2,8	2,6	2,8	2,1	2,3	2,2	2,4	2,2	2,4	2,0	2,3	2,3	2,7	2,0	2,4
25	1,56	1,74	1,68	1,80	1,73	1,83	1,37	1,52	1,47	1,57	1,51	1,59	1,31	1,48	1,49	1,71	1,32	1,51
35	1,17	1,28	1,27	1,33	1,33	1,36	1,03	1,11	1,12	1,16	1,16	1,19	0,97	1,08	1,10	1,24	0,97	1,10
50	0,90	0,96	1,00	1,01	1,05	1,04	0,80	0,84	0,88	0,89	0,92	0,91	0,74	0,81	0,83	0,93	0,74	0,82
70	0,67	0,69	0,76	0,74	0,81	0,76	0,59	0,61	0,67	0,64	0,71	0,67	0,53	0,57	0,60	0,66	0,53	0,58
95	0,52	0,52	0,60	0,56	0,65	0,59	0,47	0,46	0,53	0,49	0,58	0,51	0,41	0,43	0,46	0,49	0,40	0,43
120	0,44	0,43	0,51	0,46	0,56	0,49	0,40	0,38	0,46	0,41	0,50	0,43	0,34	0,35	0,38	0,39	0,33	0,35
150	0,39	0,36	0,45	0,39	0,50	0,42	0,35	0,32	0,40	0,35	0,45	0,37	0,29	0,29	0,33	0,33	0,29	0,29
185	0,34	0,30	0,39	0,33	0,45	0,36	0,31	0,27	0,36	0,29	0,40	0,32	0,25	0,24	0,28	0,27	0,24	0,24
240	0,29	0,25	0,34	0,27	0,39	0,30	0,27	0,22	0,31	0,24	0,35	0,27	0,21	0,19	0,23	0,22	0,20	0,19
300	0,26	0,21	0,30	0,23	0,35	0,26	0,24	0,19	0,27	0,21	0,32	0,23	0,18	0,16	0,20	0,18	0,18	0,16

NOTAS

1. Los valores de esta tabla admiten una temperatura en el conductor de 70°C
2. Válido para instalación en electroducto no magnetico y directamente enterrado.
3. Aplicable en fijaciones directa en la pared o techo, canaleta, bandeja, soporte, sobre aisladores y líneas aéreas.
4. Tambien se aplica a los Alambres y Cables PVC, Cables Multifilares instalados sobre aisladores y en líneas aéreas.

TABLA 15:
CAIDA DE TENSION, CABLES INPAVINIL XLPE, EN V/A.km

INTALACIONES AL AIRE LIBRE

SECCION NOMINAL mm ²	CABLES UNIPOLARES														CABLE UNI/ BIPOLAR		CABLE TRI / TETRAPOLAR		
	CIRCUITO MONOFASICO						CIRCUITO TRIFASICO						CIRCUITO MONOFASICO		CIRCUITO TRIFASICO				
																			
	S = 2 D		S = 10 cm		S = 20cm		S = 2 D		S = 10 cm		S = 20cm		(2)		(2)				
FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95	FP = 0,80	FP = 0,95
1	37,2	44,0	37,3	44,1	37,4	44,1	32,2	38,1	32,3	38,2	32,4	38,2	32,1	38,1	37,1	43,9	32,7	38,8	
1,5	24,9	29,4	25,1	29,5	25,1	29,5	21,6	25,5	21,7	25,6	21,8	25,6	21,5	25,5	24,8	29,4	21,9	26,0	
2	18,8	22,2	19,0	22,3	19,1	22,3	16,3	19,3	16,5	19,3	16,5	19,4	16,3	19,2	18,7	22,2	16,2	19,2	
2,5	15,3	18,1	15,5	18,1	15,5	18,2	13,3	15,6	13,4	15,7	13,5	15,7	13,2	15,6	15,2	18,0	13,5	15,9	
4	9,6	11,3	9,8	11,4	9,8	11,4	8,3	9,8	8,5	9,8	8,5	9,9	8,3	9,7	9,5	11,2	8,4	9,9	
6	6,5	7,6	6,6	7,6	6,7	7,7	5,6	6,6	5,8	6,6	5,8	6,6	5,6	6,5	6,4	7,5	5,6	6,6	
10	3,9	4,5	4,1	4,6	4,1	4,6	3,4	3,9	3,5	4,0	3,6	4,0	3,3	3,9	3,8	4,5	3,4	4,0	
16	2,5	2,9	2,6	2,9	2,7	3,0	2,2	2,5	2,3	2,6	2,4	2,6	2,1	2,5	2,4	2,8	2,2	2,5	
25	1,65	1,85	1,77	1,91	1,82	1,94	1,44	1,61	1,55	1,66	1,59	1,68	1,38	1,58	1,58	1,81	1,39	1,60	
35	1,23	1,35	1,34	1,41	1,39	1,44	1,08	1,18	1,18	1,23	1,22	1,25	1,02	1,15	1,16	1,32	1,02	1,16	
50	0,95	1,02	1,05	1,07	1,10	1,10	0,83	0,89	0,92	0,94	0,97	0,96	0,77	0,86	0,88	0,98	0,77	0,87	
70	0,70	0,73	0,79	0,78	0,84	0,80	0,62	0,64	0,70	0,68	0,74	0,70	0,56	0,61	0,63	0,69	0,56	0,61	
95	0,54	0,55	0,62	0,59	0,68	0,61	0,49	0,48	0,56	0,52	0,60	0,54	0,43	0,45	0,48	0,51	0,42	0,45	
120	0,46	0,45	0,53	0,48	0,58	0,51	0,41	0,40	0,48	0,43	0,52	0,45	0,35	0,36	0,40	0,41	0,35	0,37	
150	0,40	0,38	0,46	0,41	0,52	0,44	0,36	0,33	0,42	0,36	0,46	0,39	0,30	0,30	0,34	0,34	0,30	0,30	
185	0,35	0,32	0,41	0,35	0,46	0,37	0,32	0,28	0,37	0,31	0,41	0,33	0,26	0,25	0,29	0,28	0,25	0,25	
240	0,30	0,26	0,35	0,28	0,40	0,31	0,27	0,23	0,32	0,25	0,36	0,28	0,21	0,20	0,24	0,23	0,21	0,20	
300	0,27	0,23	0,31	0,24	0,36	0,27	0,25	0,20	0,28	0,22	0,33	0,24	0,19	0,17	0,21	0,19	0,18	0,17	

NOTAS

1. Los valores de esta tabla admiten una temperatura en el conductor de 90°C.
2. Válido para instalación en electroducto no magnético y directamente enterrado.
3. Aplicable en fijaciones directa en la pared o techo, canaleta, bandeja, soporte, sobre aisladores y líneas aéreas.

4.3 CALCULO DE CAIDA TENSION

En caso de que los parámetros de una instalación no coincidan con los presentados en este catálogo, el valor de la caída de tensión puede ser calculado utilizando las siguientes fórmulas prácticas.

CORRIENTE CONTINUA
$\Delta V = 2 \cdot I \cdot \ell \cdot R_{cct}$
CORRIENTE ALTERNADA
Sistema monofásico
$\Delta V = 2 \cdot I \cdot \ell \cdot (R_{cat} \cos \varphi + X_L \sin \varphi)$
Sistema trifásico
$\Delta V = 1,732 \cdot I \cdot \ell \cdot (R_{cat} \cos \varphi + X_L \sin \varphi)$

SIMBOLOGIA
ΔV = caída de tensión (VOLTS)
I = corriente a transportar (A)
R_{cc} = Resistencia ohmica en corriente continua a 20°C (Ω/Km)
R_{cct} = Resistencia ohmica en corriente continua a temperatura t°C (Ω/Km)
R_{cat} = Resistencia ohmica en corriente alternada a temperatura t°C (Ω/Km)
$\cos \varphi$ = Factor de Potencia de la carga
X_L = Reactancia inductiva de la línea (Ω/Km)
ℓ = Longitud del circuito (Km)
φ = Angulo de fase

4.3.1 RESISTENCIA OHMICA DE CONDUCTORES A CORRIENTE ALTERNADA

Para el cálculo de la resistencia óhmica en corriente alternada es necesario conocer el valor de la resistencia en corriente continua.

El cálculo de la resistencia a la corriente continua a temperatura t°C es dada por:

$$R_{cct} = R_{cc_{20}} (1 + \alpha \Delta t)$$

donde:

$\Delta t = t - 20$ = diferencia de temperatura (°C)

α = coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura:

para el cobre = 0,00393/°C, para el aluminio = 0,00403/°C

$R_{cc_{20}}$ = Puede obtenerse directamente de las tablas de datos constructivos.

La resistencia a la corriente alternada es dada por:

$$R_{cat} = R_{cct} (1 + Y_s + Y_p)$$

donde:

Y_s = Factor debido al "efecto pelicular"

Y_p = Factor debido al "efecto proximidad"

y que son calculados utilizando las siguientes fórmulas

$$Y_s = \frac{X_s^4}{192 + 0,8 X_s^4} \quad X_s^2 = \frac{8 \pi f}{R_{cct}} 10^{-7} K_s$$

Para 3 cables unipolares o cable con 3 conductores

$$Y_p = \frac{X_p^4}{192 + 0,8 X_p^4} \left(\frac{dc}{S} \right)^2 \left(0,312 \left(\frac{dc}{S} \right)^2 + \frac{1,18}{\frac{X_p^4}{192 + 0,8 X_p^4} + 0,27} \right)$$

Para 2 cables unipolares o cable con 2 conductores

$$Y_p = \frac{X_p^4}{192 + 0,8 X_p^4} \left(\frac{dc}{S} \right)^2 2,9$$

$$X_p^2 = \frac{8 \pi f}{R_{cct}} 10^{-7} K_p$$

donde:

dc es el diametro del conductor

S es la distancia entre los ejes de los conductores

$K_p = K_s = 1$ para cables con conductores circulares y con aislación sólida extruída.

4.3.2. REACTANCIA INDUCTIVA

Es dada por:

$$XL = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \cdot 10^{-3} \text{ (\Omega/Km)}$$

f = Frecuencia de la red (Hz)

L = Inductancia del cable (mH/Km)

$$L = 0,2 \cdot \ln. \text{ (DMG/RMG)}$$

DMG=Distancia media geométrica de los conductores del sistema (mm)

RMG=Radio medio geométrico del conductor (mm)

Los valores del RMG está relacionado con la formación del conductor:

Conductor sólido:	RMG= 0,3894 . dh
Conductor de 7 hebras	RMG= 1,088 . dh
Conductor de 19 hebras	RMG= 1,894 . dh
Conductor de 37 hebras	RMG= 2,688 . dh

Donde dh es el diámetro de los hilos del conductor

Los valores de DMG aparecen en el cuadro de abajo

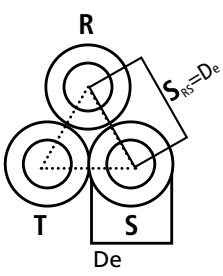
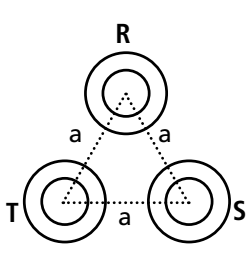
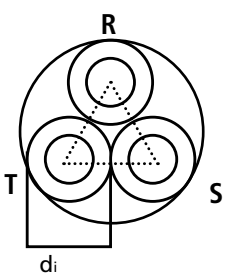
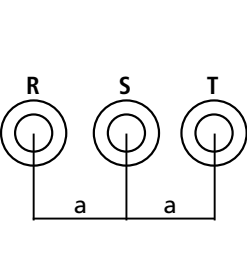
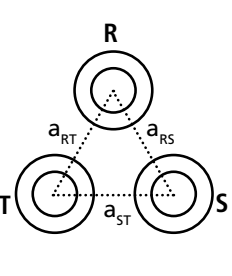
CONFIGURACION					
DMG	$S_M = \sqrt[3]{S_{RT} \cdot S_{RS} \cdot S_{RT}} = D_e$	$S_M = \sqrt[3]{a \cdot a \cdot a} = a$	$S_M = \sqrt[3]{d_i^3} = d_i$	$S_M = \sqrt[3]{a \cdot 2a \cdot a} = a \sqrt[3]{2}$	$S_M = \sqrt[3]{a_{RS} \cdot a_{ST} \cdot a_{RT}}$

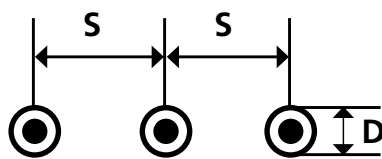
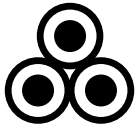
TABLA N° 16:
VALORES DE ANGULO DE FASE φ , $\cos \varphi$, $\sen \varphi$

$\cos \varphi$	φ	$\sen \varphi$	$\cos \varphi$	φ	$\sen \varphi$	$\cos \varphi$	φ	$\sen \varphi$
1	0,0	0,000	0,76	40,5	0,649	0,52	58,7	0,854
0,99	8,1	0,141	0,75	41,4	0,661	0,51	59,3	0,860
0,98	11,5	0,199	0,74	42,3	0,673	0,50	60,0	0,866
0,97	14,1	0,244	0,73	43,1	0,683	0,49	60,7	0,872
0,96	16,3	0,281	0,72	43,9	0,693	0,48	61,3	0,877
0,95	18,2	0,312	0,71	44,8	0,705	0,47	62,0	0,883
0,94	19,9	0,340	0,70	45,6	0,714	0,46	62,6	0,888
0,93	21,6	0,368	0,69	46,4	0,724	0,45	63,3	0,893
0,92	23,1	0,392	0,68	47,2	0,734	0,44	63,9	0,898
0,91	24,5	0,415	0,67	47,9	0,742	0,43	64,5	0,903
0,90	25,8	0,435	0,66	48,7	0,751	0,42	65,2	0,908
0,89	27,1	0,456	0,65	49,5	0,760	0,41	65,8	0,912
0,88	28,4	0,476	0,64	50,2	0,768	0,40	66,4	0,916
0,87	29,5	0,492	0,63	50,9	0,776	0,39	67,0	0,921
0,86	30,7	0,511	0,62	51,7	0,785	0,38	67,7	0,925
0,85	31,8	0,527	0,61	52,4	0,792	0,37	68,3	0,929
0,84	32,9	0,543	0,60	53,1	0,800	0,36	68,9	0,933
0,83	33,9	0,558	0,59	53,8	0,807	0,35	69,5	0,937
0,82	34,9	0,572	0,58	54,5	0,814	0,34	70,1	0,940
0,81	35,9	0,586	0,57	55,2	0,821	0,33	70,7	0,944
0,80	36,9	0,600	0,56	55,9	0,828	0,32	71,3	0,947
0,79	37,8	0,613	0,55	56,6	0,835	0,31	71,9	0,951
0,78	38,7	0,625	0,54	57,3	0,842	0,30	72,5	0,954
0,77	39,6	0,637	0,53	58,0	0,848	0,29	73,1	0,957

TABLA N° 17:
VALORES DEL FACTOR $(1 + \alpha \Delta t)$

TEMPERATURA EN EL CONDUCTOR °C	FACTOR $(1 + \alpha \Delta t)$	
	COBRE	ALUMINIO
20	1,00	1,00
25	1,0197	1,0202
30	1,0393	1,0403
35	1,0590	1,0605
40	1,0786	1,0806
45	1,0983	1,101
50	1,118	1,121
55	1,138	1,141
60	1,157	1,161
65	1,177	1,181
70	1,197	1,202
75	1,216	1,222
80	1,236	1,242
85	1,255	1,262
90	1,275	1,282
95	1,295	1,302
100	1,314	1,322

TABLA 18:
RESISTENCIAS Y REACTANCIAS INDUCTIVAS
CABLES INPAVINIL, UNIPOLARES.




SECCION NOMINAL mm ²						
	S = 2D		S = 20 cm		Rca 70°C	XL
	Rca 70°C	XL	Rca 70°C	XL		
	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km
1	21,66	0,204	21,66	0,396	21,66	0,145
1,5	14,48	0,194	14,48	0,383	14,48	0,136
2	10,92	0,189	10,92	0,375	10,92	0,131
2,5	8,87	0,184	8,87	0,367	8,87	0,126
4	5,52	0,181	5,52	0,352	5,52	0,123
6	3,69	0,174	3,69	0,340	3,69	0,116
10	2,19	0,165	2,19	0,324	2,19	0,107
16	1,38	0,158	1,38	0,309	1,38	0,100
25	0,87	0,156	0,87	0,295	0,87	0,098
35	0,63	0,152	0,63	0,285	0,63	0,094
50	0,46	0,148	0,46	0,271	0,46	0,090
70	0,32	0,144	0,32	0,260	0,32	0,086
95	0,23	0,143	0,23	0,250	0,23	0,085
120	0,18	0,140	0,18	0,241	0,18	0,082
150	0,15	0,140	0,15	0,235	0,15	0,082
185	0,12	0,139	0,12	0,228	0,12	0,081
240	0,092	0,138	0,092	0,219	0,092	0,080
300	0,074	0,138	0,074	0,212	0,074	0,080

Nota:

XL: Reactancia inductiva a 50 Hz

D: Diametro del cable, en mm.

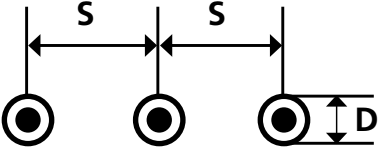
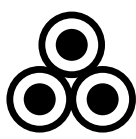

TABLA 19:
RESISTENCIAS Y REACTANCIAS INDUCTIVAS
CABLES INPAVINIL, MULTIPOLARES.

SECCION NOMINAL mm ²	BIPOLARES		TRIPOLARES		TETRAPOLARES	
						
	Rca 70°C	XL	Rca 70°C	XL	Rca 70°C	XL
	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km
1	21,66	0,115	21,66	0,115	21,66	0,122
1,5	14,48	0,108	14,48	0,108	14,48	0,115
2	10,92	0,104	10,92	0,104	10,92	0,111
2,5	8,87	0,101	8,87	0,101	8,87	0,108
4	5,52	0,100	5,52	0,100	5,52	0,107
6	3,69	0,095	3,69	0,095	3,69	0,102
10	2,19	0,089	2,19	0,089	2,19	0,096
16	1,38	0,085	1,38	0,085	1,38	0,092
25	0,87	0,084	0,87	0,084	0,87	0,091
35	0,63	0,081	0,63	0,081	0,63	0,088
50	0,46	0,078	0,46	0,078	0,46	0,086
70	0,32	0,076	0,32	0,076	0,32	0,083
95	0,23	0,075	0,23	0,075	0,23	0,083
120	0,18	0,073	0,18	0,073	0,18	0,080
150	0,15	0,073	0,15	0,073	0,15	0,080
185	0,12	0,073	0,12	0,073	0,12	0,080
240	0,091	0,073	0,092	0,073	0,092	0,080
300	0,073	0,072	0,074	0,072	0,074	0,080

Nota:

XL: Reactancia inductiva a 50 Hz

TABLA 20:
RESISTENCIAS Y REACTANCIAS INDUCTIVAS
CABLES INPAVINIL XLPE

SECCION NOMINAL mm ²	UNIPOLARES				TRIPOLARES			
								
	S = 2D		S = 20 cm					
	Rca 90°C	XL	Rca 90°C	XL	Rca 90°C	XL	Rca 90°C	XL
	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km
1	23,08	0,201	23,08	0,396	23,08	0,143	23,08	0,110
1,5	15,43	0,192	15,43	0,383	15,43	0,134	15,43	0,104
2	11,64	0,186	11,64	0,375	11,64	0,128	11,64	0,100
2,5	9,45	0,182	9,45	0,367	9,45	0,124	9,45	0,097
4	5,88	0,173	5,88	0,352	5,88	0,115	5,88	0,091
6	3,93	0,166	3,93	0,340	3,93	0,108	3,93	0,087
10	2,33	0,160	2,33	0,324	2,33	0,102	2,33	0,083
16	1,47	0,154	1,47	0,309	1,47	0,096	1,47	0,079
25	0,93	0,152	0,93	0,295	0,93	0,094	0,93	0,079
35	0,67	0,149	0,67	0,285	0,67	0,091	0,67	0,077
50	0,49	0,144	0,49	0,271	0,49	0,086	0,49	0,074
70	0,34	0,142	0,34	0,260	0,34	0,084	0,34	0,073
95	0,25	0,139	0,25	0,250	0,25	0,081	0,25	0,071
120	0,20	0,137	0,20	0,241	0,20	0,079	0,20	0,070
150	0,16	0,137	0,16	0,235	0,16	0,079	0,16	0,070
185	0,13	0,137	0,13	0,228	0,13	0,079	0,13	0,071
240	0,098	0,136	0,098	0,219	0,098	0,078	0,098	0,070
300	0,078	0,135	0,078	0,212	0,078	0,077	0,078	0,069

Nota:
 XL: Reactancia inductiva a 50 Hz
 D: Diametro del cable, en mm.

5- SECCION MINIMA DE CONDUCTORES

De acuerdo a la Norma Paraguaya 2 028 96 la sección mínima de los conductores, en líneas generales, será de 1 mm², excepto:

a. Los conductores empleados en las conexiones de aparatos domésticos, de iluminación, conexión interna de arañas, candelabros y aparatos similares, cuya sección mínima podrá llegar a 0,5 mm²

b. Los conductores de circuitos de control y señalización, que trabajan a la tensión nominal de la red, podrán tener una sección mínima de 0,5 mm²

La tabla 21 nos indica la sección mínima del conductor neutro en circuitos trifásicos equilibrados o en tierra de equipos.

TABLA N° 21

SECCION DE LOS CONDUCTORES DE FASE (mm ²)	SECCION DEL CONDUCTOR NEUTRO mm ²
4	4
6	4
10	6
16	10
25	10
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	150
500	240

NOTA:

1. En circuitos monofásicos, tanto la fase como el neutro deben tener la misma sección.
2. Los datos de la tabla están de acuerdo a la Norma Paraguaya (NP 2 028 96).

PRESENCIA DE ARMÓNICOS

Cuando la tasa del tercer armónico y sus múltiplos es superior al 15% y menor al 33% la sección del conductor neutro no debe ser inferior a la sección de los conductores de fase.

Cuando la tasa del tercer armónico y sus múltiplos es superior o igual al 33% la corriente del neutro se debe determinar utilizando la siguiente fórmula:

$$I_N = F_a \cdot I_B$$

Donde:

I_N = Corriente en el neutro

F_a = Factor que aparece en la tabla N° 22

I_B = Corriente de proyecto del circuito

$$I_B = \sqrt{I_1^2 + I_i^2 + I_j^2 + \dots + I_n^2}$$

I_1 = Valor eficaz del componente fundamental o componente de 50 Hz

I_i, I_j, I_n = valores eficaces de componentes armónicas i, j, \dots, n que están presentes en la corriente de fase

TABLA N° 22:

Fa: Factor para determinar la corriente del conductor neutro

Tasa del tercer armónico (%)	Circuito trifásico con neutro	Circuito con dos fases y neutro
33 a 35	1,15	1,15
36 a 40	1,19	1,19
41 a 45	1,24	1,23
46 a 50	1,35	1,27
51 a 55	1,45	1,30
56 a 60	1,55	1,34
61 a 65	1,64	1,38
≥ 66	1,73	1,41

NOTA:

1. Ante la ausencia de una estimativa más precisa de la tasa del tercer armónico, se recomienda adoptar $F_a = 1,73$ para circuito trifásico y $F_a = 1,41$ para circuito de 2 fases y neutro.

6- CORRIENTES MAXIMAS DE CORTOCIRCUITO

Como se sabe , las condiciones más severas de trabajo de un cable bajo el punto de vista mecánico y térmico, se verifican en los casos de cortocircuito.

En los gráficos que presentamos puede dar al usuario, elementos para la correcta selección de los dispositivos de protección adecuados, o entonces elegir la mejor sección compatible con el sistema ya existente.

A través del gráfico se puede determinar:

- La máxima corriente de cortocircuito permitida en un cable.
- La sección necesaria del conductor para soportar una particular condición de cortocircuito.
- El tiempo máximo que un cable puede funcionar, en una particular condición de cortocircuito sin que se dañe la aislación.

La intensidad de cortocircuito admisible en los cables Inpavinil, Inpavinil Flex e Inpavinil XLPE, con conductores de cobre, puede ser determinada por la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{0,34 \cdot S}{\sqrt{t}} \sqrt{\log \frac{234 + T_f}{234 + T_i}}$$

Siendo:

I_{cc} = máxima corriente del cortocircuito (kA)

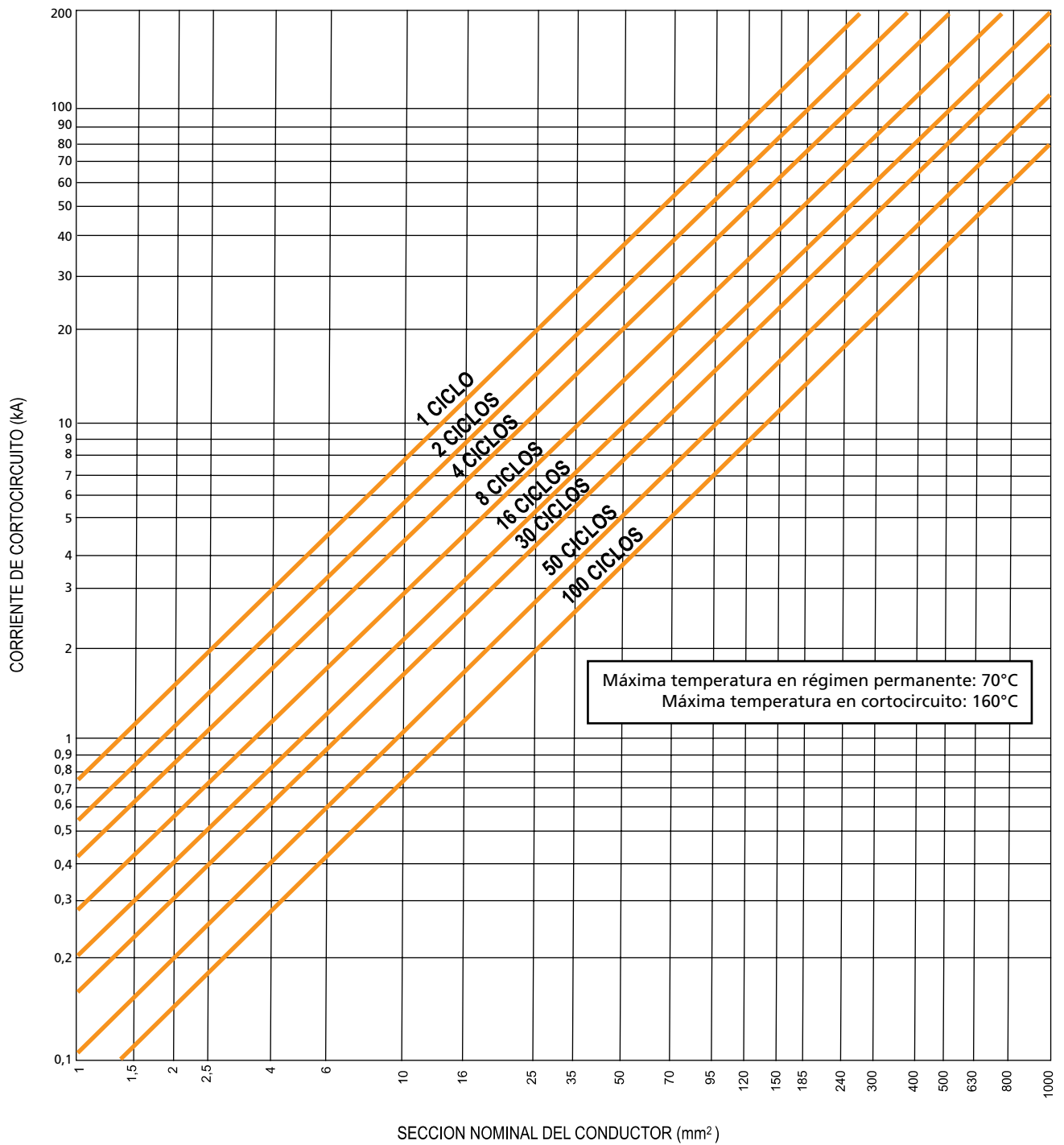
S = sección del conductor (mm²)

t = tiempo de duración del cortocircuito o tiempo de desconexión (segundos)

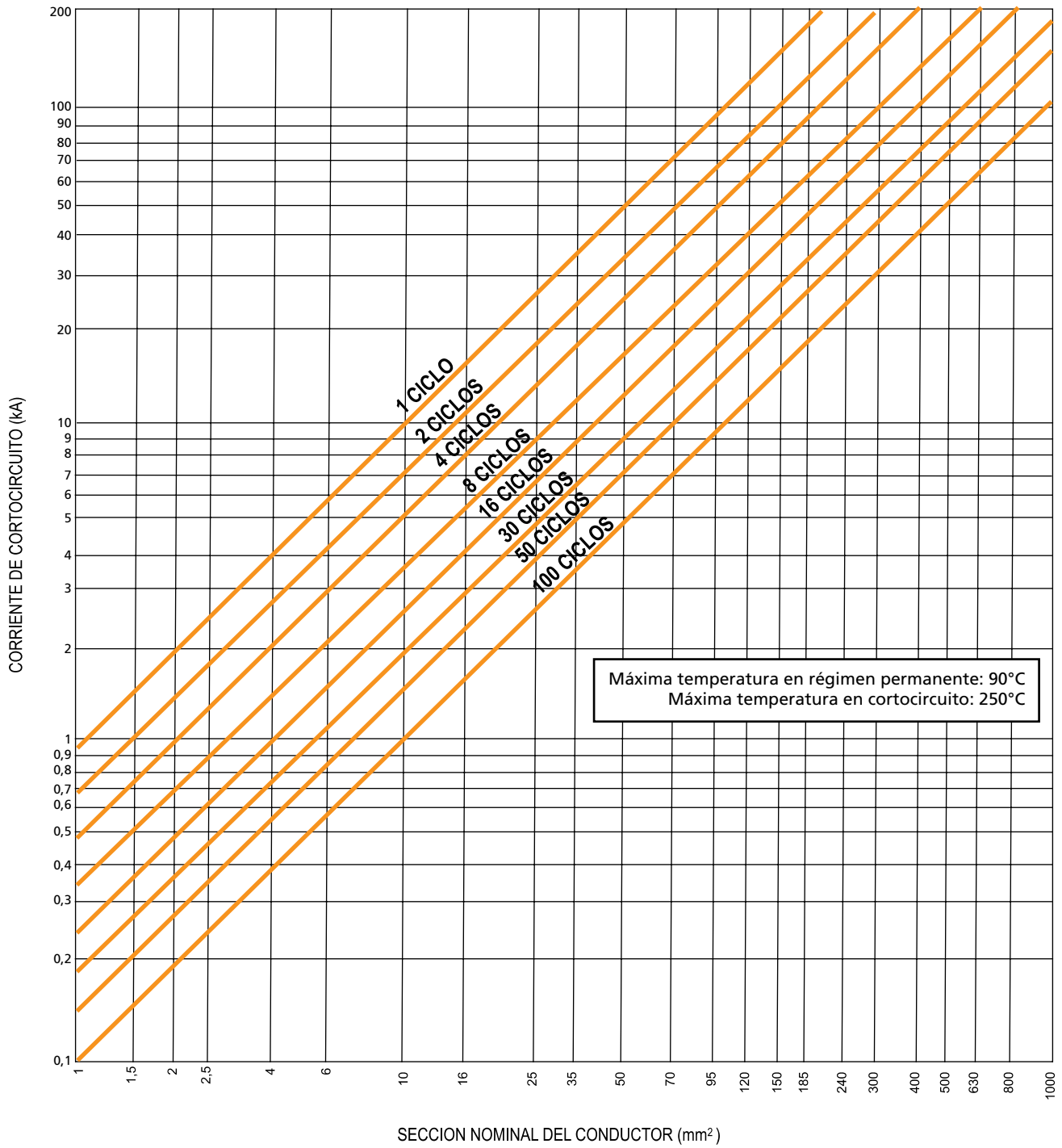
T_f = máxima temperatura admisible en el conductor en el cortocircuito (°C)

T_i = máxima temperatura admisible en el conductor en operación normal (°C)

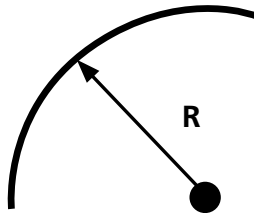
CORRIENTES MAXIMAS DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR CABLES INPAVINIL - CABLES INPAVINIL FLEX



CORRIENTES MAXIMAS DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR CABLES INPAVINIL XLPE



7- RADIO MINIMO DE CURVATURA



El radio mínimo de curvatura admisible en las instalaciones es:

7.1. Cables para instalaciónes fijas

7.1.1. Sin protección metálica

Los radios mínimos de curvatura para conductores aislados,

cables unipolares y cables multipolares o preensamblados aparecen en la tabla 23. En el caso de cables preensamblados se debe considerar como diámetro externo el diámetro nominal sobre la reunión de las venas.

7.1.2. Con blindaje de cintas o alambres

El radio mínimo de curvatura es de 12 veces el diámetro nominal del cable.

7.2. Cables para instalaciones móviles para tensiones hasta 3.6/6 KV

El radio mínimo de curvatura para cables móviles, durante la instalación o el manipuleo en servicio es de 6 veces el diámetro externo nominal de cable. Para los cables de formato plano, la menor dimensión nominal es utilizada para determinar el radio mínimo.

TABLA N° 23:

RADIOS MINIMOS DE CURVATURA, CABLES SIN PROTECCION METALICA - INSTALACIONES FIJAS

Espesor nominal de la asilación (mm)		Diámetro nominal del cable (mm)		
		Igual o inferior a 25	Superior a 25 e inferior o igual a 50	Superior a 50
Superior a	Inferior o igual a	x Diámetro externo nominal del cable		
-	4	4	5	6
4	8	5	6	7
8	-	-	7	8

8. FUERZA DE TRACCION PARA LA INSTALACION DE LOS CABLES

Durante el proceso de instalación el cable podrá ser traccionado por el conductor o por la cobertura.

En caso de que sea traccionado por los conductores, la fuerza máxima admisible es 4 kgf/mm².

Cuando el cable es traccionado por la cobertura, la fuerza máxima es de 500 kgf, pero siempre respetando el límite máximo de 4 kgf/mm² de la sección del conductor.

**TABLA N° 24:
FORMULARIO PARA CALCULO DE CIRCUITOS ELECTRICOS**

DATOS DESEADOS	CORRIENTE ALTERNADA		CORRIENTE CONTINUA
	MONOFASICA	TRIFASICA	
POTENCIA (kW)	$\frac{I \cdot V \cdot \cos \varphi}{1000}$	$\frac{1,732 \cdot I \cdot V \cdot \cos \varphi}{1000}$	$\frac{I \cdot V}{1000}$
POTENCIA (kVA)	$\frac{I \cdot V}{1000}$	$\frac{1,732 \cdot I \cdot V}{1000}$	$\frac{I \cdot V}{1000}$
POTENCIA (CV)	$\frac{I \cdot V \cdot \eta \cdot \cos \varphi}{736}$	$\frac{1,732 \cdot I \cdot V \cdot \eta \cdot \cos \varphi}{736}$	$\frac{I \cdot V \cdot \eta}{736}$
CORRIENTE (A)	$\frac{kW \cdot 1000}{V \cdot \cos \varphi}$	$\frac{kW \cdot 1000}{1,732 \cdot V \cdot \cos \varphi}$	$\frac{kW \cdot 1000}{V}$
CORRIENTE (A)	$\frac{KVA \cdot 1000}{V}$	$\frac{KVA \cdot 1000}{1,732 \cdot V}$	$\frac{KVA \cdot 1000}{V}$
CAIDA DE TENSION ΔV (V) cobre	$\frac{2 \cdot I \cdot \ell \cdot \cos \varphi}{58.5}$	$\frac{1,732 \cdot I \cdot \ell \cdot \cos \varphi}{58.5}$	R . I
CAIDA DE TENSION ΔV (V) aluminio	$\frac{2 \cdot I \cdot \ell \cdot \cos \varphi}{35.5}$	$\frac{1,732 \cdot I \cdot \ell \cdot \cos \varphi}{35.5}$	R . I

- I = corriente (Amperes)
 V = tensión (Volts)
 ΔV = caída de tensión (Volts)
 $\cos \varphi$ = factor de potencia
 η = rendimiento del motor
 S = sección del conductor (mm²)
 ℓ = longitud del circuito (metros)
 R = resistencia del circuito (ohms)

TABLA N° 25: ESCALA AWG Y SU EQUIVALENCIA EN EL SISTEMA METRICO

NUMERO DE LA ESCALA AWG	DIAMETRO NOMINAL mm	SECCION TRANSVERSAL mm ²	PESO NOMINAL DEL ALAMBRE SOLIDO DE COBRE - kg/km	RESISTENCIA OHMICA CC A 20°C - Ω/km
40	0,07987	0,005010	0,0445	3441
39	0,08969	0,006318	0,0562	2729
38	0,1007	0,007967	0,0708	2164
37	0,1131	0,01005	0,0893	1716
36	0,127	0,01267	0,113	1361
35	0,1426	0,01597	0,142	1079
34	0,1601	0,02014	0,179	856
33	0,1798	0,02540	0,226	679
32	0,2019	0,03203	0,285	538
31	0,2268	0,04039	0,359	427
30	0,2546	0,05093	0,453	339
29	0,2859	0,06422	0,571	269
28	0,3211	0,08098	0,720	213
27	0,3606	0,1021	0,908	169
26	0,4049	0,1288	1,14	134
25	0,4547	0,1624	1,44	106
24	0,5106	0,2047	1,82	84,2
23	0,5733	0,2582	2,30	66,8
22	0,6438	0,3255	2,89	53,0
21	0,7230	0,4105	3,65	42,0
20	0,8118	0,5176	4,60	33,3
19	0,9116	0,6527	5,80	26,4
18	1,024	0,8231	7,32	21,0
17	1,150	1,04	9,23	16,6
16	1,291	1,31	11,6	13,2
15	1,450	1,65	14,7	10,5
14	1,628	2,08	18,5	8,29
13	1,828	2,62	23,3	6,57
12	2,053	3,31	29,4	5,21
11	2,305	4,17	37,1	4,13
10	2,588	5,26	46,8	3,28
9	2,906	6,63	59,0	2,60
8	3,264	8,36	74,4	2,06
7	3,665	10,6	93,8	1,63
6	4,115	13,3	118	1,30
5	4,621	16,8	149	1,03
4	5,189	21,2	188	0,815
3	5,827	26,7	237	0,647
2	6,544	33,6	299	0,513
1	7,348	42,4	377	0,407
0	8,252	53,5	475	0,322
00	9,266	67,4	599	0,256
000	10,40	85,0	756	0,203
0000	11,68	107	953	0,161

TABLA N° 26:
CABLES DE COBRE EN LA ESCALA AWG

AWG O MCM	SECCION NOMINAL mm ²	FORMACION CLASE B	DIAMETRO EXTERNO DEL CABLE mm	PESO NOMINAL kg/km
14	2,08	7x0,62 ¹	1,86	19,2
13	2,62	7x0,69	2,07	23,8
12	3,31	7x0,77 ¹	2,31	30,4
11	4,17	7x0,87 ¹	2,61	37,8
10	5,3	7x0,98 ¹	2,94	48,0
9	6,6	7x1,10	3,30	60,5
8	8,4	7x1,23 ¹	3,69	76,9
7	10,6	7x1,38	4,14	96,7
6	13,3	7x1,55 ¹	4,65	122
5	16,8	7x1,75	5,25	153
4	21,2	7x1,96 ¹	5,88	192
3	26,7	7x2,20	6,60	242
2	33,6	7x2,47 ¹	7,41	305
1	42,4	7x2,78	8,34	384
0	53,4	19x1,89 ¹	9,45	490
00	67,4	19x2,13 ¹	10,65	616
000	85,0	19x2,39 ¹	11,95	776
0000	107	19x2,68 ¹	13,40	975
250	127	37x2,09 ¹	14,63	1155
300	152	37x2,29 ¹	16,03	1387
350	177	37x2,47 ¹	17,29	1613
400	203	37x2,64 ¹	18,48	1843
450	228	37x2,80 ¹	19,60	2073
500	253	37x2,95 ¹	20,65	2301
600	304	61x2,52	22,68	2769
700	355	61x2,72 ¹	24,48	3226
750	380	61x2,82 ¹	25,38	3450
800	405	61x2,91 ¹	26,19	3692
900	456	61x3,09 ¹	27,81	4163
1000	506	61x3,25 ¹	29,25	4608

NOTA

¹ Formaciones Padronizadas

**TABLA N° 27:
CANTIDAD MAXIMA DE CONDUCTORES QUE PUEDEN SER INSTALADOS
EN UN MISMO ELECTRODUCTO, EN CIRCUITOS DE SEÑALIZACION Y
CONTROL. AISLACION EN PVC, SIN VAINA.**

SECCION NOMINAL mm ²	TAMAÑO NOMINAL DEL ELECTRODUCTO									
	12 mm	15 mm	19 mm	22 mm	25 mm	31 mm	38 mm	50 mm	62 mm	76 mm
	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1¼"	1 ½"	2"	2 ½"	3"
0,5	8	15	23	30	48	80	110	190	260	415
0,75	7	14	20	26	44	73	100	175	240	390
1	6	12	16	20	39	68	93	159	222	350
1,5	5	10	14	18	30	50	70	125	176	280
2	3	8	12	14	20	35	50	90	123	195
2,5	2	6	9	12	18	30	43	78	107	170
4	1	4	6	10	15	26	37	65	89	148
6	1	3	5	7	11	17	26	46	64	108
10	1	1	2	3	5	8	11	20	30	52

REF.: Norma Paraguaya 2 028 96

TABLA N° 28:
CANTIDAD MAXIMA DE CONDUCTORES QUE PUEDEN
SER INSTALADOS EN UN MISMO ELECTRODUCTO, EN CIRCUITOS DE ENERGIA.
AISLACION EN PVC, SIN VAINA, PARA 750 V

SECCION NOMINAL mm ²	NUMERO DE CONDUCTORES								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	TAMAÑO NOMINAL DEL ELECTRODUCTO, EN PULGADAS								
1	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	3/4	3/4
1,5	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	3/4	3/4	3/4
2	1/2	1/2	5/8	5/8	3/4	3/4	3/4	7/8	7/8
2,5	1/2	1/2	5/8	5/8	3/4	3/4	3/4	7/8	7/8
4	1/2	5/8	3/4	3/4	7/8	7/8	7/8	1	1
6	5/8	3/4	3/4	7/8	7/8	1	1	1	1¼
10	5/8	7/8	1	1	1¼	1¼	1 ½	1 ½	1 ½
16	5/8	1	1¼	1¼	1 ½	1 ½	1 ½	2	2
25	3/4	1¼	1¼	1 ½	1 ½	2	2	2	2 ½
35	3/4	1¼	1 ½	1 ½	2	2	2	2 ½	2 ½
50	7/8	1 ½	2	2	2	2 ½	2 ½	2 ½	3
70	1	1 ½	2	2	2 ½	2 ½	3	3	3
95	1	2	2	2 ½	2 ½	3	3	3	3 ½
120	1¼	2	2 ½	2 ½	3	3	3 ½	3 ½	4
150	1¼	2 ½	2 ½	3	3	3 ½	3 ½	4	4
185	1 ½	2 ½	2 ½	3	3 ½	4	4	5	5
240	1 ½	3	3	3 ½	4	4	5	5	5
300	2	3	3	3 ½	4	5	5	5	6
400	2	3 ½	3 ½	4	5	5	6	6	6
500	2	3 ½	4	5	5	6	6	-	-

REF.: Norma Paraguaya 2 028 96

TABLA N° 29: CONVERSION DE UNIDADES

LONGITUD									
	m	in	ft	yd	rod	chain	milla	milla marina	km
m	1	39,37	3,28083	1,09361	0,19884	0,04971	$6,214 \cdot 10^{-4}$	$5,396 \cdot 10^{-4}$	0,001
in	0,02540	1	0,08333	0,02778	$5,051 \cdot 10^{-3}$	$1,263 \cdot 10^{-3}$	$1,578 \cdot 10^{-5}$	$1,371 \cdot 10^{-5}$	$2,540 \cdot 10^{-5}$
ft	0,30480	12	1	0,33333	0,06061	0,01515	$1,894 \cdot 10^{-4}$	$1,645 \cdot 10^{-4}$	$3,048 \cdot 10^{-4}$
yd	0,91440	36	3	1	0,18182	0,04545	$5,682 \cdot 10^{-4}$	$4,934 \cdot 10^{-4}$	$9,144 \cdot 10^{-4}$
rod	5,02921	198	16,5	5,5	1	0,25	$3,125 \cdot 10^{-3}$	$2,714 \cdot 10^{-3}$	$5,029 \cdot 10^{-3}$
chain	20,1168	792	66	22	4	1	0,01250	0,01085	0,02012
milla	1609,35	63360	5280	1760	320	80	1	0,86839	1,60935
milla marina	1853,27	72962,5	6080,20	2026,73	368,497	92,1243	1,15155	1	1,85327
km	1000	39370	3280,83	1093,61	198,838	49,7096	0,62137	0,53959	1

SUPERFICIE									
	m ²	in ²	ft ²	yd ²	rod ²	acre	hectarea	milla ²	km ²
m ²	1	1550,00	10,7639	1,19599	0,03954	$2,471 \cdot 10^{-4}$	10^{-4}	$3,861 \cdot 10^{-7}$	10^{-6}
in ²	$6,452 \cdot 10^{-4}$	1	$6,944 \cdot 10^{-3}$	$7,716 \cdot 10^{-4}$	$2,551 \cdot 10^{-5}$	$1,594 \cdot 10^{-7}$	$6,452 \cdot 10^{-8}$	$2,491 \cdot 10^{-10}$	$6,452 \cdot 10^{-10}$
ft ²	0,09290	144	1	0,11111	$3,673 \cdot 10^{-3}$	$2,296 \cdot 10^{-5}$	$9,290 \cdot 10^{-6}$	$3,587 \cdot 10^{-8}$	$9,290 \cdot 10^{-8}$
yd ²	0,83613	1296	9	1	0,03306	$2,066 \cdot 10^{-4}$	$8,361 \cdot 10^{-5}$	$3,228 \cdot 10^{-7}$	$8,361 \cdot 10^{-7}$
rod ²	25,2930	39204	272,25	30,25	1	$6,25 \cdot 10^{-3}$	$2,529 \cdot 10^{-3}$	$9,766 \cdot 10^{-6}$	$2,529 \cdot 10^{-5}$
acre	4046,87	6272640	43560	4840	160	1	0,40469	$1,563 \cdot 10^{-3}$	$4,047 \cdot 10^{-3}$
hectarea	10000	15499969	107639	11959,9	395,366	2,47104	1	$3,861 \cdot 10^{-3}$	0,01
milla ²	2589999	.....	27878400	3097600	102400	640	259,000	1	2,59000
km ²	1000000	.....	10763867	1195985	39536,6	247,104	100	0,38610	1

VOLUMEN Y CAPACIDAD									
	l	in ³	ft ³	yd ³	quart (liq)	quart (dry)	galon	galon (dry)	bushel
l	1	61,0234	0,03531	$1,308 \cdot 10^{-3}$	1,05668	0,90808	0,26417	0,22702	0,02838
in ³	0,01639	1	$5,787 \cdot 10^{-4}$	$2,143 \cdot 10^{-5}$	0,01732	0,01488	$4,329 \cdot 10^{-3}$	$3,720 \cdot 10^{-3}$	$4,650 \cdot 10^{-4}$
ft ³	28,3170	1728	1	0,03704	29,9221	25,7140	7,48055	6,42851	0,80356
yd ³	764,559	46656	27	1	807,896	694,279	201,974	173,570	21,6962
quart (liq)	0,94636	57,75	0,03342	$1,238 \cdot 10^{-3}$	1	0,85937	0,25	0,21484	0,02686
quart (dry)	1,10123	67,2006	0,03889	$1,440 \cdot 10^{-3}$	1,16365	1	0,29091	0,25	0,03125
galon	3,78543	231	0,13368	$4,951 \cdot 10^{-3}$	4	3,43747	1	0,85937	0,1074
galon (dry)	4,40492	268,803	0,15556	$5,761 \cdot 10^{-3}$	4,65460	4	1,16365	1	0,1252
bushel	35,2393	2150,42	1,24446	0,04609	37,2368	32	9,30920	8	1

MASA Y PESO									
	kg	grain	oz (troy)	oz (av)	lb (troy)	lb	ton (short)	ton (long)	ton
kg	1	15432,4	32,1507	35,2740	2,67923	2,20462	$1,102 \cdot 10^{-3}$	$9,842 \cdot 10^{-4}$	0,001
grain	$6,480 \cdot 10^{-5}$	1	$2,083 \cdot 10^{-3}$	$2,286 \cdot 10^{-3}$	$1,736 \cdot 10^{-4}$	$1,429 \cdot 10^{-4}$	$7,143 \cdot 10^{-8}$	$6,378 \cdot 10^{-8}$	$6,480 \cdot 10^{-8}$
oz (troy)	0,03110	480	1	1,09714	0,08333	0,06857	$3,429 \cdot 10^{-5}$	$3,061 \cdot 10^{-5}$	$3,110 \cdot 10^{-5}$
oz (av)	0,02835	437,5	0,91146	1	0,07595	0,06250	$3,125 \cdot 10^{-5}$	$2,790 \cdot 10^{-5}$	$2,835 \cdot 10^{-5}$
lb (troy)	0,37324	5760	12	13,1657	1	0,82286	$4,114 \cdot 10^{-4}$	$3,674 \cdot 10^{-4}$	$3,732 \cdot 10^{-4}$
lb	0,45359	7000	14,5833	16	1,21528	1	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$4,464 \cdot 10^{-4}$	$4,536 \cdot 10^{-4}$
ton (short)	907,185	14000000	29166,7	32000	2430,56	2000	1	0,89286	0,90719
ton (long)	1016,05	15680000	32666,7	35840	2722,22	2240	1,12	1	1,01605
ton	1000	15432356	32150,7	35274,0	2679,23	2204,62	1,10231	0,98421	1

DENSIDAD

	g/cm ³	lb / in ³	lb / ft ³	lb / yd ³	kg/m ³	lb / bushel	lb /galon (dry)	lb / galon	kg/hectolitro
g/cm ³	1	0,03613	62,4283	1685,56	1000	77,6893	9,71116	8,34545	100
lb / in ³	27,6797	1	1728	46656	27679,7	2150,42	268,803	231	2767,97
lb / ft ³	0,01602	5,787.10 ⁻⁴	1	27	16,0184	1,24446	0,15556	0,13368	1,60184
lb / yd ³	5,933.10 ⁻⁴	2,143.10 ⁻⁵	0,03704	1	0,59327	0,04609	5,762.10 ⁻³	4,951.10 ⁻³	0,05933
kg/m ³	0,001	3,613.10 ⁻⁵	0,06243	1,68556	1	0,07769	9,711.10 ⁻³	8,345.10 ⁻³	0,10
lb / bushel	0,01287	4,650.10 ⁻⁴	0,80356	21,6962	12,8718	1	125	0,10742	1,28718
lb /galon (dry)	0,10297	3,720.10 ⁻³	6,42851	173,570	102,974	8	1	0,85937	10,2974
lb / galon	0,11983	4,329.10 ⁻³	7,48052	201,974	119,826	9,30920	1,16365	1	11,9826
kg/hectolitro	0,01	3,613.10 ⁻⁴	0,62428	16,8557	10	0,77689	0,09711	0,08345	1

PESO LINEAL

	g/cm	grain/in	lb/in	lb/ft	lb/yd	kg/m	ton/milla (s)	ton/milla (l)	ton/km
g/cm	1	39,1983	5,6.10 ⁻³	0,06720	0,20159	0,10	0,17740	0,15839	0,10
grain/in	0,02551	1	1,429.10 ⁻⁴	1,714.10 ⁻³	5,143.10 ⁻³	2,551.10 ⁻³	4,526.10 ⁻³	4,041.10 ⁻³	2,551.10 ⁻³
lb/in	178,579	7000	1	12	36	17,8579	31,6800	28,2857	17,8579
lb/ft	14,8816	583,333	0,08333	1	3	1,48816	2,64000	2,35714	1,48816
lb/yd	4,96054	194,444	0,02778	0,33333	1	0,49605	0,88000	0,78571	0,49605
kg/m	10	391,983	0,05600	0,67197	2,01591	1	1,77400	1,58393	1
ton/milla (short)	5,63698	220,960	0,03157	0,37879	1,13636	0,56370	1	0,89286	0,56370
ton/milla (long)	6,31342	247,475	0,03535	0,42424	1,27273	0,63134	1,12	1	0,63134
ton/km	10	392,003	0,05599	0,67197	2,01593	1	1,77399	1,58393	1

VELOCIDAD Y ACELERACION

	m/seg	ft/seg	milla/h	nudos	km/h	m/seg ²	ft/seg ²	milla/h/seg	km/h/seg
m/seg	1	3,28083	2,23693	1,94254	3,6	.....	.....	.....	.....
ft/seg	0,30480	1	0,68182	0,59209	1,09728	.....	.....	.....	.....
milla/h	0,44704	1,46667	1	0,86839	1,60935	.....	.....	.....	.....
nudos	0,51479	1,68894	1,15155	1	1,85325	.....	.....	.....	.....
km/h	0,27778	0,91134	0,62137	0,53959	1	.....	.....	.....	.....
m/seg ²	.....	.....	.....	.....	.....	1	3,28083	2,23693	3,6
ft/seg ²	.....	.....	.....	.....	.....	0,30480	1	0,68182	1,09728
milla/h/seg	.....	.....	.....	.....	.....	0,44704	1,46667	1	1,60935
km/h/seg	.....	.....	.....	.....	.....	0,27778	0,91134	0,62137	1

POTENCIA

	kg.m/seg	ft.lb/seg	HP	CV	poncelet	kW	W	BTU/seg	kcal/seg
kg.m/seg	1	7,233	0,013151	0,013333	0,01	9,807.10 ⁻³	9,80665	0,009297	0,002343
ft.lb/seg	0,13825	1	1,818.10 ⁻³	1,843.10 ⁻³	1,382.10 ⁻³	1,356.10 ⁻³	1,35582	0,001285	3,240.10 ⁻⁴
HP	76,0404	550	1	1,013872	0,760404	0,74570	745,70	0,706959	0,178184
CV	75	542,475	0,986318	1	0,75	0,735497	735,497	0,697286	0,175746
poncelet	100	723,3	1,315091	1,333333	1	0,980665	980,665	0,929715	0,234328
kW	101,972	737,562	1,341022	1,359624	1,019718	1	1000	0,948047	0,238949
W	0,10197	0,737562	0,001341	1,359.10 ⁻³	1,019.10 ⁻³	0,001	1	9,480.10 ⁻⁴	2,389.10 ⁻⁴
BTU/seg	107,56	777,98	1,414510	1,434132	1,075599	1,0548	1054,8	1	0,252043
kcal/seg	426,752	3086,7	5,61218	5,690030	4,26752	4,185	4185	3,96758	1

TRABAJO, ENERGIA Y CALOR									
	kg.m	ft.lb	HP.h	CV.h	Poncelet.h	kWh	J	BTU	kcal
kg.m	1	7,233	$3,653.10^{-6}$	$3,704.10^{-6}$	$2,778.10^{-6}$	$2,724.10^{-6}$	9,80665	$9,297.10^{-3}$	$2,343.10^{-3}$
ft.lb	0,13825	1	$5,05.10^{-7}$	$5,121.10^{-7}$	$3,840.10^{-7}$	$3,766.10^{-7}$	1,355821	$1,285.10^{-3}$	$3,239.10^{-4}$
HP.h	273745	1980000	1	1,013872	0,760404	0,7457	2684525	2545,06	641,464
CV.h	270000	1952910	0,986318	1	0,75	0,735497	2647796	2510,23	632,687
Poncelet.h	360000	2603879	1,315091	1,333333	1	0,980665	3530394	3346,98	843,583
kWh	367099	2655223	1,341022	1,359624	1,019718	1	3600000	3412,98	860,217
J	0,10197	0,737562	$3,725.10^{-7}$	$3,777.10^{-7}$	$2,833.10^{-7}$	$2,778.10^{-7}$	1	$9,480.10^{-4}$	$2,389.10^{-4}$
BTU	107,56	777,980	$3,929.10^{-4}$	$3,984.10^{-4}$	$2,988.10^{-4}$	$2,930.10^{-4}$	1054,8	1	0,252044
kcal	426,752	3086,70	$1,559.10^{-3}$	$1,581.10^{-3}$	$1,185.10^{-3}$	$1,162.10^{-3}$	4185	3,96758	1

PRESION									
	kg/cm ²	lb/in ²	lb/ft ²	ton/ft ² (s)	atm	mmHg	in.Hg	mH2O	ft.H2O
kg/cm ²	1	14,2234	2048,17	1,02408	0,96778	735,514	28,9572	10	32,8083
lb/in ²	0,07031	1	144	0,072	0,06804	51,7116	2,03588	0,70307	2,30665
lb/ft ²	$4,882.10^{-4}$	$6,944.10^{-3}$	1	0,00050	$4,725.10^{-4}$	0,35911	0,01414	$4,882.10^{-3}$	0,01602
ton/ft ² (s)	0,97648	13,8889	2000	1	0,94502	718,216	28,2762	9,76482	32,0367
atm	1,03329	14,6969	2116,35	1,05818	1	760	29,9212	10,3329	33,9006
mm.Hg	$1,360.10^{-3}$	0,01934	2,78468	$1,392.10^{-3}$	$1,316.10^{-3}$	1	0,03937	0,01360	0,04461
in.Hg	0,03453	0,49119	70,7310	0,03537	0,03342	25,4001	1	0,34534	1,13299
m.H2O	0,10	1,42234	204,817	0,10241	0,09678	73,5514	2,89572	1	3,28083
ft. H2O	0,03048	0,43353	62,4283	0,03121	0,02950	22,4185	0,88262	0,30480	1

Notas:

m = metro; in = pulgada; ft = pie; yd = yarda; l = litro; oz = onza; g = gramo; lb = libra; ton = tonelada;
 ton (short) = tonelada corta; ton (long) = tonelada larga; seg = segundo; h = hora; J = Joule; kcal = kilocaloria;
 W = Watt (Vatio); mmHg = milimetro de mercurio; mH2O = metro columna de agua; atm = atmosfera



Este Catálogo Técnico corresponde a la
Edición actualizada 2007

Impreso en AGR
Noviembre de 2007

Diseño Gráfico: Creative Park

Todos los derechos reservados.